maßstäbe
Das wissenschaftsjournalistische Magazin der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
PTB

Aus den *maßstäben* Heft 12 „Meilensteine“ (2013)

Uta Bilow

Von der Elle zur Naturkonstante

Meter-Definitionen im Laufe der Zeit

Am Anfang waren Schritte, Füße – und viele verschiedene Ellen. Erst in der Französischen Revolution änderte sich dies grundlegend: der Meter entstand. Zunächst in Platin-.Iridium gegossen, steckte man diesen Urmeterstab im Jahr 1960 ins Museum und maß fortan die Einheit mithilfe einer Wellenlänge. 1983 brach die Zukunft an: Seitdem ist die Einheit Meter auf der Grundlage der Lichtgeschwindigkeit definiert, einer Naturkonstante. Der Meter war damit in vielen Aspekten den anderen Einheiten stets eine kleine Länge voraus.

(Stichwort: Meter)

Mehr entdecken: Der QR-Code führt Sie zur Webseite dieser *maßstäbe*-Ausgabe.

Von der Elle zur Naturkonstante

Jedem Herrscher seine eigene Elle! Und massive Handelsprobleme gab es kostenlos dazu. (Foto: PTB)

Am Anfang waren Schritte, Füße – und viele verschiedene Ellen. Viele Herrscher wollten sich so verewigen, indem sie die Länge ihres eigenen Unterarmes zum Maß aller Längen in ihrem Herrschaftsbereich machten – mit schlechten Folgen für den Handel. Erst in der Französischen Revolution änderte sich dies grundlegend. Mitten in den Revolutionswirren machten sich 1792 zwei Astronomen – ausgestattet mit dem Segen der französischen Nationalversammlung – zu einer Expedition auf. Ihr Ziel: die exakte Bestimmung der Länge des Meridianbogens von Dünkirchen bis Barcelona. Durch Triangulation (Vermessung eines Dreiecksnetzes auf der Erdoberfläche) ermittelten Delambre und Méchain auf ihrer abenteuerlichen Reise insgesamt 1800 Winkel und konnten so die genaue Distanz berechnen. Damit wurde als neue, aus dem Erdumfang abgeleitete Längeneinheit der Meter geboren, der ab 1799 in Frankreich verbindlich galt. Der dazu passende Meterstab entstand 1795 zunächst aus Messing, 1799 goss man einen nächsten aus Platin, und 1889 entstand jener „Urmeter“ aus einer Platin-Iridium-Legierung, der bis 1960 sozusagen im Dienst war, d. h. die Längendefinition darstellte.

Vertreter von 17 Regierungen trafen am 20. Mai 1875 in Paris zusammen, um die Internationale Meterkonvention zu unterzeichnen. Dieser Vertrag schuf ein einheitliches Maßsystem, das den Handel und den Austausch naturwissenschaftlicher Ergebnisse befördern sollte. Auch das Deutsche Reich, wo das metrische System drei Jahre zuvor eingeführt worden war, gehörte zu den Erstunterzeichnern. Derzeit sind 51 Staaten Vertragspartner der Meterkonvention. Jährlich am 20. Mai wird der internationale Tag des Messens gefeiert.

Vom Urmeter stellte man 1889 insgesamt 30 Kopien her und verloste sie unter den damaligen Mitgliedsstaaten. Die Kopie Nummer 18 ging an das Deutsche Kaiserreich, das Königreich

Der „Urmeter“ (genauer: der internationale Meter-Protoyp) ist ein Strichmaßstab aus Platin-Iridium mit X-förmigem Querschnittsprofil. (Foto: PTB)

Mithilfe der Krypton-Normallampe ließ sich die Längeneinheit zum ersten Mal an eine atomare Konstante koppeln und an jedem beliebigen Ort der Erde ohne Verlust an Genauigkeit reproduzieren. (Foto: PTB)

Seit der Wiedervereinigung kann Deutschland also mit drei Exemplaren aufwarten, von denen zwei bei der PTB und einer beim Landeseichamt in München verwahrt werden.

Fortschritte auf dem Gebiet der Optik führten dann zu einer neuen Definition des Meters. Die neue Basis war die sichtbare Strahlung eines Gas-Atoms. Der Meter galt ab jetzt als Vielfaches der Wellenlänge einer Spektrallinie des Kryptons. Diese Definition war viel genauer und konnte in jedem Labor weltweit reproduziert werden – mithilfe der bei der PTB entwickelten Engelhard-Lampen.

Seit 1983 definiert man einen Meter über die Lichtgeschwindigkeit. Der Meter ist die Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von 1/299 792 458 Sekunden zurücklegt. Damit ist der Meter über die als konstant definierte Lichtgeschwindigkeit mit der Einheit der Zeit verknüpft. ■

Uta Bilow

So wird heute in der PTB die Einheit Meter „gemacht“: Ein Laserwellenlängennormal mit einem stabilisierten, frequenzverdoppelten Neodym:YAG-Laser (Yttrium-Aluminium-Granat-Laser) liefert Licht exakter Frequenz für interferometrische Längenmessungen. (Foto: Steinmetz/Visum)

Bayern erhielt die Nummer 7. Während des Nationalsozialismus befanden sich beide Stäbe in der PTR in Berlin. Weil die Laboratorien im Verlauf des Zweiten Weltkrieges nach Thüringen ausgelagert wurden, blieben beide Kopien nach dem Krieg in der DDR. Die Bundesrepublik konnte allerdings 1954 ein Urmeter von Belgien erwerben, das zwei Kopien besaß (für Flandern und Wallonien).

Meter-Definitionen im Laufe der Zeit

1799: Ein Meter ist der zehnmillionste Teil des Erdquadranten auf dem Meridian von Paris (also der zehnmillionste Teil der Entfernung vom Nordpol über Paris zum Äquator).

1889: Ein Meter ist der Abstand der Mittelstriche zweier Strichgruppen auf dem auf einer konstanten Temperatur von 0 °C gehaltenen Urmeter-Stab.

1960: Ein Meter ist das 1 650 763,73-Fache der Wellenlänge der von Atomen des Nuklids ^{86}Kr beim Übergang vom Zustand $5d_5$ zum Zustand $2p_{10}$ ausgesandten, sich im Vakuum ausbreitenden Strahlung.

1983: Ein Meter ist diejenige Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von (1/299 792 458) Sekunden durchläuft.